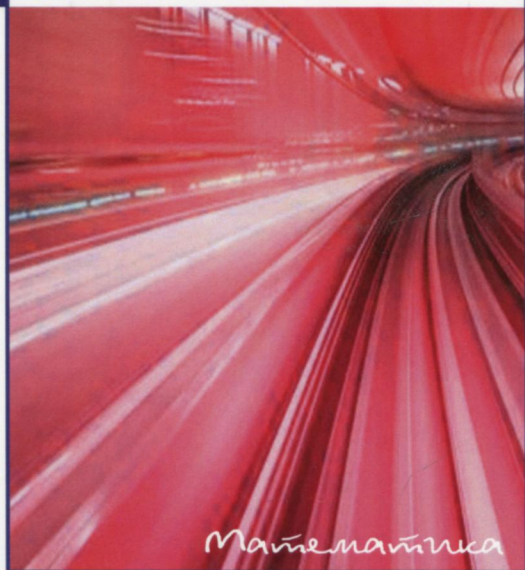


НАУЧНАЯ МЫСЛЬ



*Математика*

*А.П. Сарычев*

**РЕГРЕССИОННЫЙ  
АНАЛИЗ  
ДИНАМИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ**



НАУЧНАЯ МЫСЛЬ

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

А.П. САРЫЧЕВ

# РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

МОНОГРАФИЯ

Электронно-  
Библиотечная  
znanium.com

Москва  
ИНФРА-М  
2022

УДК 519.25:681.5(075.4)

ББК 22.172.6

C20

Рецензенты:

*Малайчук В.П.*, доктор технических наук, профессор;

*Даниев Ю.Ф.*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник

**Сарычев А.П.**

C20 Регрессионный анализ динамических систем : монография / А.П. Сарычев. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 229 с. — (Научная мысль). — DOI 10.12737/1865377.

ISBN 978-5-16-017656-7 (print)

ISBN 978-5-16-110274-9 (online)

В монографии изложены статистические методы моделирования динамических систем по данным наблюдений их функционирования в условиях структурной неопределенности по составу входных переменных и степени статистической зависимости между случайными составляющими в моделях. В рамках метода группового учета аргументов (МГУА) разработаны критерии качества моделей, основанные на разбиении выборки наблюдений на обучающую и проверочную подвыборки, и критерии скользящего экзамена.

Применение изложенных методов моделирования позволяет глубже проникнуть в суть явлений и объектов в процессе научных исследований, позволяет лучше описать состояние и прогнозировать поведение систем в условиях структурной неопределенности в различных приложениях.

Книга предназначена для специалистов по математическому моделированию в различных областях науки и практики, многомерному статистическому анализу, а также для студентов и аспирантов учебных направлений «Прикладная математика», «Информатика и кибернетика».

УДК 519.25:681.5(075.4)

ББК 22.172.6

ISBN 978-5-16-017656-7 (print)

ISBN 978-5-16-110274-9 (online)

© Сарычев А.П., 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	6
<b>ГЛАВА 1 ОДНОМЕРНАЯ РЕГРЕССИЯ В УСЛОВИЯХ ПОВТОРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ</b> .....	13
1.1 Постановка задачи. Проблема разбиения данных на обучающую и проверочную выборки в методе группового учета аргументов .....	13
1.2 Исследование критерия регулярности МГУА в схеме повторных наблюдений .....	18
1.3 Исследование зависимости $J$ -функционала качества модели от состава множества регрессоров .....	26
1.4 Статистический критерий для проверки редукции модели оптимальной сложности в условиях повторных наблюдений .....	31
1.5 Усредненный критерий регулярности МГУА .....	35
1.6 Условие редукции модели оптимальной сложности для усредненного критерия регулярности .....	40
Заключение к главе 1 .....	45
<b>ГЛАВА 2 ВЕКТОРНАЯ РЕГРЕССИЯ В УСЛОВИЯХ ПОВТОРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ</b> .....	46
2.1 Априорные предположения об объекте .....	47
2.2 Вывод формул для оценивания коэффициентов .....	49
2.3 Итерационная процедура оценивания коэффициентов .....	51
2.4 Системный критерий регулярности МГУА .....	53
2.5 Исследование системного критерия регулярности МГУА .....	59
Заключение к главе 2 .....	68
<b>ГЛАВА 3 ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО МНОЖЕСТВА РЕГРЕССОРОВ В ЗАДАЧАХ ОДНОМЕРНОЙ И ВЕКТОРНОЙ РЕГРЕССИИ</b> .....	69
3.1 Многоэтапный итерационный алгоритм структурной идентификации в задаче одномерной регрессии .....	69
3.2 Многоэтапный итерационный алгоритм структурной идентификации в задаче векторной регрессии .....	75
Заключение к главе 3 .....	81

<b>ГЛАВА 4 ОДНОМЕРНАЯ АВТОРЕГРЕССИЯ В УСЛОВИЯХ КВАЗИПОВТОРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ</b> .....	82
4.1 Априорные предположения о динамическом объекте .....	83
4.2 Оценивание коэффициентов в авторегрессионной модели .....	85
4.3 Критерий регулярности МГУА для одномерной авторегрессии .....	90
4.4 Исследование критерия регулярности МГУА .....	93
Заключение к главе 4 .....	101
<b>ГЛАВА 5 ВЕКТОРНАЯ АВТОРЕГРЕССИЯ В УСЛОВИЯХ КВАЗИПОВТОРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ</b> .....	102
5.1 Априорные предположения о динамической системе .....	103
5.2 Оценивание коэффициентов в системах авторегрессионных моделей ...	107
5.3 Системный критерий регулярности МГУА .....	111
5.4 Исследование системного критерия регулярности .....	116
5.5 Итерационная процедура оценивания коэффициентов в системе авторегрессионных моделей .....	134
5.6 Исследование итерационной процедуры .....	137
Заключение к главе 5 .....	144
Библиографический список к предисловию и главам 1–5 .....	145
<b>ГЛАВА 6 КЛАССИФИКАЦИЯ СОСТОЯНИЙ ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА</b> .....	159
6.1 Постановка задачи .....	160
6.2 Критерий поиска оптимального множества признаков с разбиением наблюдений на обучающие и проверочные подвыборки .....	163
6.3 Критерий скользящего экзамена для поиска оптимального множества признаков .....	166
6.4 Существование дискриминантной функции, оптимальной по составу включенных в нее признаков .....	168
6.5 Условие редукции оптимальной дискриминантной функции в способе с разбиением на обучающие и проверочные выборки .....	173
6.6 Условие редукции оптимальной дискриминантной функции в способе скользящего экзамена .....	175
6.7 Итерационный алгоритм МГУА для поиска дискриминантной функции оптимальной сложности .....	177
Заключение к главе 6 .....	183
Библиографический список к главе 6 .....	184

<b>ГЛАВА 7 КЛАССИФИКАЦИЯ СОСТОЯНИЙ ОБЪЕКТА, ОПИСЫВАЕМЫХ СИСТЕМАМИ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ</b> .....	189
7.1 Постановка задачи .....	189
7.2 Построение систем регрессионных моделей по обучающим выборкам двух классов состояний .....	193
7.3 Классификация на основе двух систем регрессионных моделей. Теоретические значения вероятностей правильной и ошибочной классификаций .....	195
7.4 Решающее правило классификации по результатам идентификации двух систем регрессионных моделей .....	200
Заключение к главе 7 .....	203
Библиографический список к главе 7 .....	204
<b>ГЛАВА 8 КЛАССИФИКАЦИЯ СОСТОЯНИЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОТОРОЙ ОПИСЫВАЕТСЯ ВЕКТОРНОЙ АВТОРЕГРЕССИЕЙ</b> .....	205
8.1 Априорные предположения о динамической системе .....	206
8.2 Оценивание коэффициентов в системах авторегрессионных моделей .....	210
8.3 Решающее правило классификации на основе двух систем авторегрессионных моделей .....	214
8.4 Теоретические значения вероятностей правильной и ошибочной классификаций .....	219
8.5 Вероятности правильной и ошибочной классификаций по результатам идентификации двух систем авторегрессионных моделей .....	221
Заключение к главе 8 .....	223
Библиографический список к главе 8 .....	223
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	225